

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 7 月 7 日現在

機関番号：32702

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00702

研究課題名(和文) 省エネ行動の社会性を高める「コミュニティ表示」が行動変容に与える影響に関する研究

研究課題名(英文) A study on the impact of "community indicator" on behavioral change to enhance the social nature of energy-saving behavior

研究代表者

松本 安生 (Matsumoto, Yasuo)

神奈川大学・人間科学部・教授

研究者番号：00272683

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、住棟全体での電力消費量を計測し、居住者にフィードバックできる「コミュニティ電力計」を構築した。このコミュニティ電力計を活用し、省エネ行動を促すために、以下の3つの基礎的知見を明らかにした。

(1) 住棟全体の電力消費量から、居住者のエネルギー行動の特性を把握できる。(2) 省エネ行動は、規範評価よりも便益評価と強く関連している。つまり、節電経験は省エネ行動による便益評価を高め、これを通して省エネ行動が促進される。(3) 住棟全体での電力消費量から、居住者のエネルギー使用に削減余地があることが示され、これらの情報を居住者にフィードバックすることで、省エネ行動を促す可能性がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、研究及び実社会で進められているスマートメータ等を活用した世帯単位の電力消費量の収集と情報提供は、プライバシー侵害への懸念などがある。しかし、住棟全体での電力消費量を計測する「コミュニティ電力計」は、こうした懸念を回避するとともに、省エネ行動を、他者の目にも触れる協働的な取り組みすなわち社会性の高いものへと変えることが期待される。本研究では、住棟全体というコミュニティ単位でも、世帯単位と同様に、そのデータから居住者のエネルギー行動の特性を把握し、エネルギー使用に削減余地があることなどを示したが、このことは学術的な意義のみならず、コミュニティ電力計の有効性を示す社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：In this study, we constructed a "community electricity meter" that can measure the electricity consumption of an entire building in a housing complex and feed back to the residents. The following three basic findings were identified to encourage energy-saving behavior through the use of this community electricity meter.

(1) The characteristics of residents' energy behavior can be grasped from the electricity consumption of the entire building. (2) Energy-saving behavior is more strongly associated with benefit evaluation than with normative evaluation. In other words, the experience of saving energy increases the evaluation of the benefits of energy-saving behavior, which in turn promotes energy-saving behavior. (3) The electricity consumption of the entire building indicates that there is room for reduction in the energy use of the residents, and by feeding this information back to the residents, there is a possibility of encouraging them to take energy-saving actions.

研究分野：環境情報

キーワード：省エネ行動 コミュニティ表示 質問紙調査

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

資源ごみの分別行動など他者の目に触れる協働的な取り組みの性質が強い(つまり行動の社会性が高い)環境配慮行動では、その規定因として近隣他者との関係や社会規範評価などが影響するとされている。研究代表者らも資源ごみの分別行動は「近所から何か言われるから」という規範的要因と正の相関があることや、牛乳パックのリサイクル行動は町内会参加など近隣他者との関係を示す要因と関連があることなどを明らかにしている。

一方、省エネ行動など他者の目に触れにくく私的で個別的な取り組みの性質が強い(つまり行動の社会性が低い)環境配慮行動においては、その規定因として社会規範評価だけでなく有効性評価や費用便益評価が強く影響しているとする報告も多い。研究代表者らも省エネ行動などの温暖化対策行動の実行に対して主観的效果に対する認知が正の影響を及ぼすことや、エコ商品の購入などの環境配慮行動では費用便益評価や実行可能性評価が行動意図に強く関連することなどを明らかにしている。

これらのことから、行動の社会性が高いごみの分別行動では社会規範評価が強く関連しており、近年の環境意識の高まりが家庭ごみの排出量減少の一因にもなっている一方、行動の社会性が低い省エネ行動では地球温暖化問題に対する関心の高まりが必ずしも家庭のエネルギー消費量の減少に結びついていないと考えられる。このため、地球温暖化問題の普及啓発は、省エネ行動を促す一定の効果が認められるものの、その効果は限定的とならざるを得ない。

こうしたなか、研究分担者らは横須賀市内のマンションにおけるピーク時の節電実験により20%以上の電力消費量の削減が可能であることを示したが、こうした大幅な削減を可能にした大きな要因の一つは、省エネ行動の社会性が高められたことにあると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、近年進んでいるスマートメータ等を活用した世帯単位の電力消費量の収集と情報提供ではなく、マンションなどの集合住宅において住棟全体での電力消費量を収集し、プライバシー侵害への懸念などを回避しつつ、居住者にフィードバックする「コミュニティ電力計」を構築する。そのうえで、「コミュニティ電力計」が私的で個別的な取り組みであった省エネ行動を、他者の目にも触れる協働的な取り組みすなわち社会性の高いものへと変えることで、省エネ行動を促す効果があることを明らかにする。このために、以下の3つの検証を行う。

(1) コミュニティ電力計を通じて得られる住棟全体の電力消費量データを用いて、世帯単位と同様に、夏季及び冬季における冷暖房機器の使用、朝・夜のピーク時間帯におけるエネルギー使用の増加など居住者のエネルギー行動の特性を把握することはできるのか。

(2) 福島第一原子力発電所の事故に伴う計画停電や節電行動は、省エネ行動に対する認識を協働的な取り組みに変えるつまり行動の社会性を高めることにつながったと考えられる。このため、近年の省エネ行動の規定因は、これまでの費用便益評価よりも社会規範評価がより強く関連しており、結果的に省エネ行動が以前よりも促進されているのか。

(3) コミュニティ電力計を通じて得られた住棟全体でのエネルギー行動の特性から有益な情報を作成し、居住者にフィードバックすることで、居住者にエネルギー使用に削減余地があることを示し、省エネ行動を促すことはできるのか。

3. 研究の方法

横浜市及び神奈川県住宅供給公社の協力により横浜市旭区の大規模な高層集合住宅団地において対象住棟を選定し、電力消費量の測定機器及び通信機器の設置を行い、得られたデータをリアルタイムで表示する「コミュニティ電力計」の実装を行った。ただし、協力が得られた住棟において電力消費量を1ヶ所で測定できる系統がなく、住棟内の住居配置により6つの系統別に電力消費量を測定する必要が生じた。このため、本研究では対象とする住棟は1棟のみとし、住居配置別の6つの系統で電力消費量を測定し、表示するシステムの実装を行った。

一方、先行研究などをもとに住民の省エネ行動を規定する要因として、コスト・ベネフィット評価や社会規範評価などの心理的要因と、住居特性や世帯特性などの生活的要因に着目し、福島第一原子力発電所の事故に伴う計画停電や節電経験がこれらの省エネ行動の規定因に影響を与えるとする仮説モデルを構築した。これを検証するための質問紙調査を行ったが、ライフスタイルに関わる生活的要因との関連を検証するため、調査は20代から60代までの幅広い年代の男女各300人程度(合計3000人程度)を対象とし、これを確保するため首都圏に住む調査会社のモニターを対象としたインターネット調査により行った。

さらに、「コミュニティ電力計」を用いて収集した棟全体の電力消費量のデータを基に、先行研究で明らかにされている気象要因に加え、本研究では時間帯や曜日などのライフスタイルに関わる生活要因が棟全体のコミュニティ・レベルにおける電力消費量の変動に影響を与えていると仮定し、その検証を行った。ここでは、2019年冬季から春季の8週間(56日分)において対象住棟の6つの系統で測定を行った電力消費量の1時間毎データ(8064件)のほか、同期間における横浜地方気象台データ(1時間毎の気温、風速、視程の3つの要因に関する全576件)を用いて、居住者の省エネ行動の特性について分析を行った。

4. 研究成果

(1) 住棟全体の電力消費量を測定するコミュニティ電力計の実装

2018年10月より対象住棟においてコミュニティ電力計の設置と測定を試行し、その結果を踏まえた機器の追加や改良を行った。この結果、2019年1月下旬から安定的なデータの収集が可能となり、2019年2月より正式な電力消費量の測定を開始した。

電力消費量の測定は対象住棟の各部屋の末尾番号別に1～6系列の6台で測定し、各系列では2階から14階までのそれぞれ13世帯を対象とした。電力消費量の測定は連続的に行うが、データの収集と表示は毎日(0時～23時)の1分毎及び1時間毎に行うこととした。

実際の測定を、2019年2月9日(土)0時から～2020年2月14日(金)23時までの約1年間(53週間)に行ったが、2019年5月4日～10日の1週間は電力計の故障・交換のため分析から除外し、52週間(364日)を対象期間とした。なお、データの集計及び比較を簡単とするため、測定開始日から4週間(28日間)を1ヶ月とした。このため実際の月と一致していない。また、除外した週以外にも機器の不具合などで測定ができなかった時間帯がある。これらの欠損値については、当該日の日別電力消費量を前日と同じと仮定し、測定値との差を補正值として電力消費量に加算する方式で、棟全体の週別及び月別電力消費量について補正を行った。

この結果、棟全体の電力消費量(月別)が最も多かった月は、2月で21,401[kWh]、次いで8月の20,362[kWh]であった。最も少なかった月は、10月の12,551[kWh]、次いで5月で12,431[kWh]であった。電力消費量の多い冬季や夏季(2月・8月)と、少ない秋季や春季(10月・5月)では電力消費量は1.5倍以上の違いがあり、この差のほとんどは冷暖房機器による電力消費量によるものと考えられる。

なお、この期間における・世帯平均の電力消費量は、一日6～10[kWh]であった。環境省『平成25年度家庭における電力消費量実態調査』によれば、首都圏集合住宅における1世帯平均の1日電力消費量は、最も多い月(2012年8月)が11.4[kWh]、最も少ない月(2013年4月)が6.8[kWh]である。このことから、対象住棟における電力消費量は、首都圏集合住宅の平均的な消費量とほぼ同じかやや少ない程度と考えられる。

次に、各月における時間帯別平均電力消費量をみると、各月とも電力消費量が大きくなる時間帯は朝(6時～7時)と夜間(19時～20時)であった。ただし、2月は昼間(14時)と夜間との時間帯別電力消費量に約2倍の違いがあるが、8月は約1.3倍にとどまる。これは、暖房機器と冷房機器の使い方や電力消費量の違いによるものと考えられる。一方、平日と週末で時間帯別平均電力消費量をみると、平日午前中の電力消費量のピークは早く5時、週末午前中の消費電力量の減少は小さいなど、コミュニティにおけるライフスタイルの特徴も示唆された。

最後に、電力消費量が最も多い2月のデータを用いて、各日の1時間毎データと同曜日同時間帯における平均電力消費量との差を時間帯別消費電力量偏差とし、同日同時間帯の気温との関係について分析を行った(図1)。この結果、気温が高い時間帯では偏差が負つまり消費電力量が同曜日同時間帯の平均値を下回る一方で、気温が低い時間帯ほど偏差が大きくなるつまり消費電力量が平均を上回る傾向が確認された。また、この関係は気温が高く偏差が負の場合よりも気温が低く偏差が正の場合の方がその変化が大きいことが確認された。この期間の消費電力量の変動は主に暖房機器であり、暖かい時間帯に暖房機能を弱める行動よりも、寒い時間帯に暖房機能を強める行動の方が起こりやすいと考えられる。こうしたエネルギー行動の特性を踏まえることで、省エネや節電の普及啓発をより効果的に実施することが期待される。

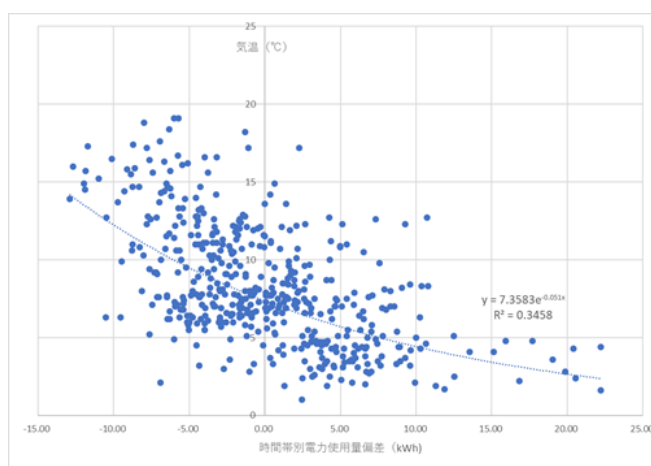


図1 時間帯別消費電力量偏差と気温との関係(2月)

(2) 省エネ行動を規定する心理的要因と生活的要因に関する研究

2011年の東日本大震災及びその後の福島第一原発の事故以後、首都圏を中心とした計画停電の実施や広範囲にわたる節電の呼びかけなどを通じて、節電・省エネへの取り組みがより強く求められるようになった。こうしたなかで、家庭での省エネルギー行動(以下、省エネ行動)や節電行動の規定因に関する研究が数多く行われ、これまで有効性評価や社会規範評価などの心理的要因との関係が強いことが示されている。一方、建築分野においては家庭でのエネルギー消費や省エネ行動と住宅種類や家族構成など生活的要因との関連が強いことが見出されている。そこで、本研究では心理的要因とライフステージに関わる生活的要因との相互関係に基づいて、家

庭での省エネ行動を規定する要因を明らかにすることを試みた。

調査は2018年1月26日に回答者がWebページにアクセスして回答するインターネット方式を用いて、調査会社にあらかじめ登録されたモニター約120万人のうち首都圏（東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県）に住む20歳から69歳までを対象とし、国勢調査の性別及び年代の人口構成比による割り当て法によって3508サンプルの有効回答を得た。

質問項目は、調査を行った時期（冬期）における家庭での節電・省エネへの取り組みとして、①「重ね着などをして、室温設定20℃を心がける」、②「窓には厚手のカーテンを掛ける」、③「不要な照明はできるだけ消す」、④「冷蔵庫に食品を詰め込まないようにする」、⑤「リモコンではなく本体の電源を切る」、⑥「使わない機器はプラグを抜く」の6項目について、回答は「全くしていない」（1点）から「常にしている」（5点）までの5件法で行った。

次に、省エネ行動を規定する心理的要因のうち本研究では、①ベネフィット要因（「節電することは、電気代の節約になる」「節電することで健康的な生活になる」）、②コスト要因（「節電することは、手間や時間がかかる」「節電することで、ストレスが溜まる」）、③記述的規範（「私の知り合いは、節電をしている」「近所の人は節電をしている」）、④命令的規範（「私の知り合いは、私が節電をしないと、それを良くないことだと考える」「近所の人たちは、私が節電をしないと、それを良くないことだと考える」）、⑤深刻性の認知（「節電は差し迫って対応すべき課題である」「今日のエネルギー問題は深刻である」）の5つの要因にそれぞれ2項目の合計10項目について、回答は「全くそう思わない」（1点）から「非常にそう思う」（6点）までの6件法で得た。

さらに、東日本大震災及びその後の福島第一原発事故による影響について、計画停電（「ご自宅で計画停電を経験した」「職場や学校で計画停電を経験した」）及び社会での節電（「駅や商業施設などでは、節電のために照明が暗くなっていた」「駅や商業施設などでは、節電のために暖房が弱くなっていた」）の経験について、回答はそれぞれ「全くなかった」（1点）から「大いにあった」（4点）までの4件法で行った。

一方、節電・省エネ行動に関連する生活的要因として、①住居形態、②住居面積、③同居人数、④同居人、⑤同居人年長者年齢、⑥同居人末子年齢の6つの要因を取り上げ、住居形態は「持ち家の戸建て住宅」「持ち家の集合住宅」「賃貸の戸建て住宅」「賃貸の集合住宅」「その他」の5項目、住居面積は「50㎡未満」「50㎡以上75㎡未満」「75㎡以上100㎡未満」「100㎡以上125㎡未満」「125㎡以上」の5項目、同居人数は「1人」から「5人以上」までの5項目、同居人は「配偶者」「子ども」「親」などの8項目、同居人年長者年齢は「20代」から「80代以上」までの7項目、同居人末子年齢は「0～6歳」「7～12歳」「13～15歳」「16～18歳」「18歳以上」の5項目で聞いた。

最後に、「エアコン」や「電気ストーブ」など12種類の暖房機器の保有状況ほか、個人属性として、性別、年齢、未婚、子どもの有無、世帯年収、個人年収、職業について聞いた。

回答をもとに、心理的要因である省エネ意識と、生活的要因であるライフステージ及び震災を通じた省エネ経験が、現在の省エネ行動とどのように関連しているかを、共分散構造分析を用いて分析した（図2）。

この結果、省エネ意識が省エネ行動に強いプラスの影響を与え、震災時の省エネ経験がこの省エネ意識にプラスの影響を与えている一方で、省エネ経験は直接的には省エネ行動に強く影響していないこと、さらに、ライフステージは省エネ意識や省エネ行動に強く影響していないことが明らかになった。

次に、省エネ意識に関わる心理的要因が省エネ行動にどのように影響しているのか、また、震災時の節電経験がこれらの心理的要因にどのように影響しているのかを、同様に共分散構造分析により検証した（図3）。

この結果、省エネ行動にベネフィット評価がプラスの強い影響を与える一方で、コスト評価や記述的規範、深刻性評価が省エネ行動に与える影響は相対的に弱いことが明らかになった。また、節電経験はベネフィット

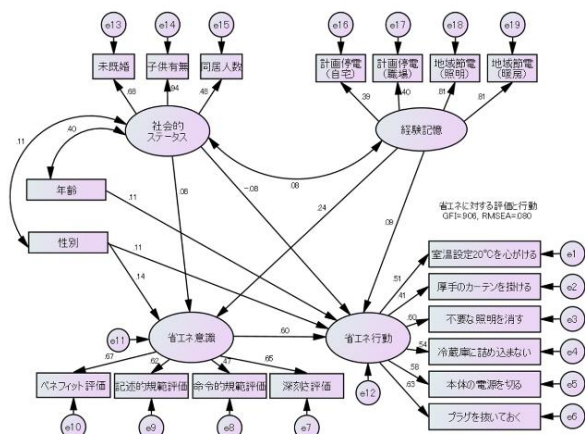


図2 省エネ行動と心理的要因・生活的要因との関連

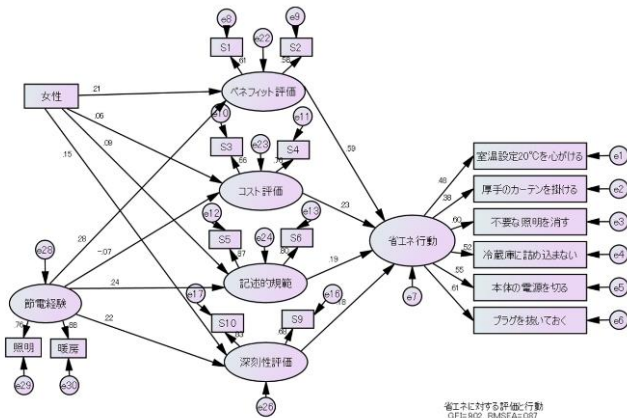


図3 省エネ行動と心理的要因との関連

評価、記述的規範、深刻性評価などの心理的要因に影響を与えているなども明らかになった。これらのことから、震災時の節電経験がベネフィット評価を通じて省エネ行動にプラスの影響を与えている一方で、節電経験により高まったと考えられる記述的規範を通じた省エネ行動への影響はそれよりも小さいと考えられる。

(3) コミュニティにおける電力消費量に影響を与える要因に関する研究

本研究では対象住棟に実装した「コミュニティ電力計」を用いて収集した棟全体の電力消費量のデータを基に、気象要因（気温や日照など）や生活要因（時間帯・曜日など）がコミュニティ・レベルでの電力消費量の変動に与える影響について分析を行った。

本研究では横浜市旭区若葉台のA棟（1983年築）を対象に電力消費量の測定を行った。A棟は地上14階の高層住宅で、2階から14階までの各階に東側3部屋、西側3部屋の6部屋が配置されている。不在世帯を除く74部屋の全てが賃貸住宅で広さは60㎡程度である。ここでは、2019年2月16日～4月12日までの56日分（8週間）の電力消費量の1時間毎データ（8064件）を用いて、同期間における横浜地方気象台データ（1時間毎）との関連などについて分析した。

分析においては、各日の1時間毎データと同曜日同時間帯における平均電力消費量との差を同平均電力消費量で除した値を「電力消費変動率」とし、同日同時間帯の気象台データ（気温・風速・視程）及び曜日、時間帯などとの関係について重回帰分析を行った（図4）。

この結果、住棟全体での電力消費変動率に対して、気象要因とりわけ気温との関連が最も強いことが明らかになった。一方で、時間帯（昼間・夜間）や曜日（休日）も電力消費変動率に対して統計的に有意な関連があることが明らかになった。このことから、住棟住民というコミュニティ・レベルのデータにおいても居住者のエネルギー行動の特性を検出できることが示された。

具体的には、時間帯別で気温と電力消費変動率との関連をみると、昼間よりも夜間でその関連が強くなっている。特に、昼間の気温が高い時間帯において電力消費変動率と気温との相関が弱まる傾向があり、このことは昼間の時間帯の気温が高くなっても、暖房機器を止めるあるいは設定温度を下げるなどの省エネ行動にはバラつきが大きいことが示唆される。同様に、曜日別で気温と電力消費変動率との関連をみると、平日よりも休日にその関連が強くなっている。特に、平日の気温が高い時間帯において電力消費変動率と気温との相関が弱まる傾向があり、平日の省エネ行動にはバラつきが大きいと考えられる（図5）。

さらに、視程別で気温と電力消費変動率との関連をみると、視程20km未満つまり天候が曇りあるいは雨天の時間帯が、視程20km以上つまり天候が良い日の時間帯よりもその関連が強くなっている。特に、視程20km以上の天候が良い日の方が省エネ行動にバラつきが大きく、このことは気温という肌感覚だけでなく、天候あるいは視程という視覚が、居住者の省エネ行動に影響することを示唆するものと考えられる（図6）。

棟全体の重回帰分析結果

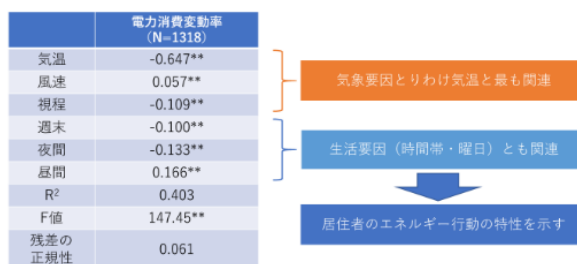


図4 電力消費量と気象要因・生活要因との関連

平日週末別消費電力変動率と気温との関係

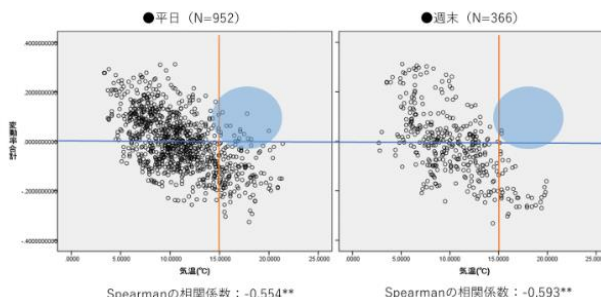


図5 平日週末別消費電力変動率と気温との関係

視程別電力消費変動率と気温との関係

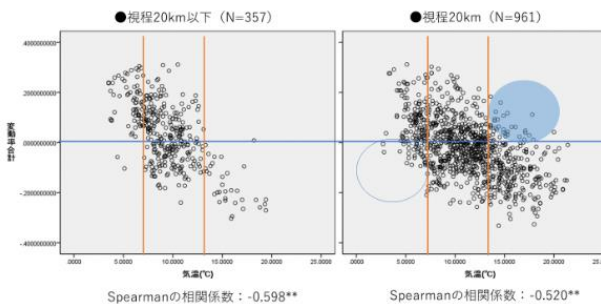


図6 視程別電力消費変動率と気温との関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 松本安生, 川名 優孝, 刑部 真弘
2. 発表標題 「コミュニティ電力計」を用いた電力消費量の測定と変動要因の分析
3. 学会等名 環境科学会2019年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松本安生
2. 発表標題 社会的要因と心理的要因の相互関係に基づく家庭での省エネルギー行動の分析
3. 学会等名 環境科学会2018年会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	刑部 真弘 (Osakabe Masahiro) (00204173)	東京海洋大学・学術研究院・教授 (12614)	